西田　誠*：北海道産ナンヨウスギ科の球茎状胚軸の化石について**

Makoto NISHIDA*: A corm-like hypocotyle of araucarian seedling from the Upper Cretaceous of Hokkaido**

(Pl. V—VI)

緒言　ナンヨウスギ属の実生には地中で発芽するものと，地上で発芽するものとがあり，前者では胚軸がふくらんで多肉質となり“西洋ごま型”（倒円錐形）を呈するようになり，それが同属を4節に分類する標徴の一つとなっている（Wilde & Eames, 1952)。

1973年秋，筆者は北海道三笠高等学校教諭越坂正直氏から一見して種子または果実と思われる1個の化石の寄贈を受け，その研究を委託された（図1)。この化石は同氏が北海道三笠市幾春別の桂沢ダム上流の沢で転石として採集したものであり．同所から多産するアンモナイトの *Gaudriceras* や二枚貝の *Inoceramus* を含む転石と同質の岩質であるので，幾春別川の上流地域に堆積する上部白堊紀〔上部えぞ層群 (Senonian)〕の地層に由来するものであることは確実である。この化石の横断切片を作って観察してみると，中心に髄のある材構造を示しており，種子でも果実でもないということがわかった。しかし，余りにも特異な形態ゆえに，その正体は不明のまま放置された。

最近，ナンヨウスギ科の球果を多産することで有名なアルゼンチン・パタゴニアの Cerro Cuadrado の上部ジュラ紀の化石林の研究が再検討されるようになり，球果類の胚や実生の化石が報告されるようになった（Stockey, 1975, 1977, 1978; Stockey & Taylor, 1978)。その中で，Stockey & Taylor (1978) はナンヨウスギ属の実生の胚軸の化石を2，3報告したが，そのうち，西洋ごま型（倒円錐形）にふくらんだ胚軸をもった *Araucaria mirabilis* の実生を，オーストラリアに現生する Bunya 節に属する *A. bidwillii* の実生と比較した。同時に彼等は英国の British Museum と，スウェーデンの Stockholm Riksmuseet に所蔵されている Cerro Cuadrado 産の球茎状の材質化石 (corm-like structure) に言及し，それが *A. mirabilis* の胚軸の一型で，西洋ごま型のものよりも発育の進んだ段階のものであろうと推定した。彼等の図示した球茎

---

[*] 千葉大学理学部生物学科．Faculty of Science, Chiba University.

[**] 千葉大系統学研究室業績．Contributions from the Laboratory of Phylogenetic Botany, Chiba University, No. 76. 文部省科学研究費 no. 534030. による研究の一部である．Supported by a Grant in Aid of Scientific Research of Ministry of Education, No. 534030.

胚軸は，まさに越坂氏が桂沢で採集した“種子様化石”と同型であった（Stockey & Taylor 1978, p. 170 figs. 20, 23, 24; p. 172, figs. 25〜33)。彼等は Stockholm Riksmuseet の標本 no. 2024 から作った横断切片（p. 172, fig. 33）により，その組織を簡単に記述しているにすぎない。その限りにおいても，本化石は明らかにそれとちがった組織学的特徴をもっているのでここに解剖学的記載を併せて報告しておく。

材料及び方法 材料の産地等は次の通りである。

産地：北海道三笠市幾春別桂沢ダム上流，no. 73901（千葉大学理学部所蔵)。

地層：上部白堊紀；上部えぞ層群（Senonian)。

1個の標本を上から約1/2の厚さまでピール法により7枚の横断切片を作ったが，第7枚目の最大径（約 2 cm）をもつプレパラートが，最もよい保存状態を示していた。その後，縦断切片を6枚つくったが第5，6枚目が放射縦断面をよく示しており，他の4枚は切線縦断面である。

観 察

外部形態 化石は径 20 mm，厚さ 10 mm のカボチャ型で，中心部は上下ともに凹む。下側は表面は平滑であるが，上側は放射状に8個の小丘状の隆起がある（図1)。このふくらみは横断切片においても明かに認められる（図2)。

内部構造 化石は二次木部と髄とからできており，一次木部は保存不良のためよくわからい。表皮，皮層及び二次篩部は脱落して残っていない。中心の髄は径 1.2 mm ほどで，径 60-75 μm の柔細胞からなり，厚膜細胞はない。髄の周縁部には 10-13 個の樹脂腔（resin cavity or resin sac）がまばらに不規則な環状に配列している（図4)。樹脂腔は放射径 200-350 μm，切線径約 140 μm である。髄の外側の一次木部は不明である。したがって，原生木部の位置も不明であるが，根が放射状に8方向に出ているので，8原型又は4原型の中心柱と思われる。二次木部には3個の年輪界が見られる（図3)。二次木部は仮道管と放射組織及び傷害樹脂道からできており，木部柔組織を欠く。仮道管は放射径 30-35 μm，切線径 20-30 μm の四角柱状または多角柱状で，放射状にやや不規則に配列する。放射壁には径 11-13 μm の円形の有線孔がまばらに散在し，円形の径 3 μm ほどの開口をもつ。切線壁にはまれにやや小型の有縁孔が存在する。

放射組織は常に1列で，主に1〜3，しばしば4〜5，時には最高7細胞高に達することがある（図7)。放射組織の細胞は切線縦断面で円形又は卵円形，縦径 15-25 μm，横径（水平幅）約 20 μm，放射壁にだけ膜孔がある。すなわち，直交分野には主に1個，時には2個の半有縁孔がある。孔は円形または広卵形で長径 5-7 μm で，長径 5 μm ほどのレンズ状の開口をもつ（図8)。放射組織は主に2-7列，まれに12列の仮道管の間隔をおいて放射方向に走る。

傷害樹脂道が一部で同心円状に4列に配列しており，放射径 80-140 μm，切線径 40-90 μm，上皮細胞はよく保存されておらずその数は不明である（図4，6)。

類縁 上述のように本化石は，Stockey & Taylor (1978) が紹介した British Museum と Stockholm Riksmuseet 所蔵の，アルゼンチン・パタゴニアの Cerro Cuadrado の上部ジュラ紀から得た“球茎状胚軸”の化石と外形と組織の基本的構成についてほぼ一致する。それらは何れも表皮と皮層が浸蝕によって失なわれた“decorticated hypocotyle”であり，二次木部と髄からできている。二次木部には2-3の年輪が認められる1)。Stockey & Taylor は，これを“西洋ごま型”（倒円錐形）に肥厚したナンヨウスギ属の Bunya 節（*A. bidwillii*）の胚軸と同型の胚軸をもった，*A. mirabilis* の胚軸が肥大生長したものであろうと推定している。彼等は Stockholm Riksmuseet の標本の一横断切片を紹介して，簡単に組織学的な記述をしているにすぎないが，本化石は上記のパタゴニア産の胚軸化石とは，髄の周縁部に樹脂腔が散在し，二次木部中に傷害樹脂道があるという点で異っている。この類の化石にはまだ縦断切片による観察が行なわれていない。仮導管の放射壁と切線壁上の有縁孔が円形でまばらにみられるのは，現生種，化石種を問わずナンヨウスギ科の球果の軸において知られていることである。髄中に厚膜細胞が見られない点で本化石は Cerro Cuadrado 産の *Pararaucaria patagonica* の胚軸と異なっている。

A. mirabilis の西洋ごま型の胚軸化石は長さ 3.5-5.3 cm，最大径 2.5 cm であるが，その組織の大部分は等径の柔細胞からできている皮層である。髄と維管束系組織は少量である。髄は皮層よりもやや大きな柔細胞からできており，径 1 mm ほどである。維管束はほぼ環状に配列し，木部は10層前後の仮道管からなり，二次木部は見られず，発芽後1年目の実生と思われる。皮層中には樹脂道が散在する (Stockey & Taylor, 1978)。ナンヨウスギ科ではナンヨウスギ属の Columbea 節に属する *A. angustifolia* (*A. brasiliensis*) の実生と胚 (Burlingame 1915; Aill & Fraine, 1909), Bunya 節の *A. bidwillii* の実生 (Stockey & Taylor, 1978), 及び *A. mirabilis* (化石種) の胚 (Stockey, 1975) に樹脂道が知られている。上記の種のうち，現生種では表皮下に小型の樹脂道が環状に配列し，かつ，皮層中には大型の樹脂道が散在する。*A. angnstifolia* ではさらに原形成層の外側にも環状配列する樹脂道がある。しかし，本化石のように髄中の樹脂腔と二次木部中の傷害樹脂道の存在はナンヨウスギ科では類例を見ない。本化石が日本産ナンヨウスギ科の化石のどの種の実生であるのか全く不明である。

論 議

裸子植物の実生で胚軸がふくらむものはナンヨウスギ属の Columbea 節と Bunya

---

1) “球茎状胚軸”の化石はすでに Wehrfeld (1935), Gothan (1950), Calder (1953) によって報告されていたが，その分類学的帰属は不明とされて来た (Stockey & Taylor 1958 より引用)。Gothan は病的な“こぶ”と考えた。しかし，その組織にはバクテリアによる腐蝕や昆虫が食べた跡もなく，また菌糸の侵入も見られない。したがって，これを病的で異常な形態とは考えられない。

節，及びソテツ科のみに知られ，後者では *Dioon, Encephalartos, Stangeria* の各属でいちじるしい (Chamberlain, 1935; Stockey & Taylor, 1978)。本化石は二次木部に年輪が見られ，傷害樹脂道があり，髄が小さいことなど，ソテツ科にはなじまない特徴をもっている。傷害樹脂道と髄中の樹脂腔の存在は，ナンヨウスギ科の特徴としても類例のない特異的なものであり，果して本化石をナンヨウスギ科の実生と断定してよいか否か疑問は残される。今後の新材料による研究や British Museum と Stockholm Riksmuseet の標本による組織学的再検討が望まれる。

ナンヨウスギ属は4節 (Wilde & Eames, 1952) に分けられるが，そのうち Clumbea 節と Bunya 節の2節は種子が地中で発芽し，胚軸がふくらむという特徴をもっている。前者には，南米産の *A. araucana* (*A. imbricata*), *A. angustifolia* (*A. brasiliensis*) が含まれ，後者にはオーストラリア産の *A. bidwillii* のみが含まれる。他の旧熱帯に分布する種は残りの2節，Eutacta 節，Intermedia 節に属し，何れも種子発芽は地上性で，胚軸は肥大しない。

最近，日本の白亜紀産植物化石の中に新大陸の中南部（新熱帯を中心とする）または大洋州に現生するシダ類と同属のものが知られるようになり，その数がふえつつある (*Thyrsopteris*; Nishida & Nishida, 1979; *Lophosoria;* H. Nishida in press; *Loxsoma;* Nishida & Nishida unpublished; 西田，1978)。主に南半球に現存するナンヨウスギ科の種鱗，葉及び材は従来の日本の中生代から数多く報告されているが，今回の球茎状胚軸化石のようにオーストラリアにのみ現存し，かつ，中生代には南米南部に生育していたものが明かにされたことは，上記の例を裸子植物において一つ加えたことになり，興味あることと思われる。

貴重な化石標本を研究のために提供して下さった越坂正直氏に厚くお礼申し上げる。

Summary

A corm-like structure of the seedling of fossil *Araucaria* was collected from the river beds of Katsurazawa, Ikushumbetsu, Mikasa City, Hokkaido, by Mr. Masanao Koshisaka, Mikasa High Schoole. Stratigraphy of the locality is Upper Yezo group (Senonian), the Upper Cretaceous.

The present specimen resembles very closely the specimens of corm-like structure of seedling of *Araucaria mirabilis,* which are deposited in the British Museum and Stockholm Riksmuseet, in their external appearances. The latter was collected from the Upper Jurassic of Cerro Cuadrado, Argentine Patagonia and referred by Stockey & Taylor's work (1978). The present specimen, however, differs from the latter in histology, as in having traumatic resin canals in the secondary wood and having resin ducts or sacs in the periphery of pith

instead of being devoid of them in the latter.

Histological characters are as follows: The corm-like structure consists of the secondary wood and pith, lacking cortex and epidermis, 20 mm in diameter and 10 mm in depth. Pith is 1.2 mm in diameter, consists of parenchymatous cells which are 55-75 μ in diameter, and devoid of sclerids. Resin ducts or sacs are 10-13 in number in the periphery of pith and arranged in a irregular ring, ovoid or broad elliptical in shape in the cross section, 200-320 μ and 120 μ in radial and tangential diameters, respectively. The primary tissue around the pith is not visible on account of ill preservation. The secondary woods consist of rays, tracheids and traumatic resin canals, and devoid of wood parenchyma. Tracheids are irregularly arranged in radial rows, 20-30 μ and 30-35 μ in tangential and radial diameters, respectively. Radial walls are pitted by bordered pits which are very sparsely scattered, circular, 11-13 μ in diameter, with small circular pit aperture of 3 μ in diameter. Tangential walls are rarely pitted by smaller, bordered pits. Tracheids are very short. Rays are always uniseriate, usually 1-3, rarely 7 cells high, or 15-120 μ in height. Ray cells are circular or ovoid in shape in tangential section, 11-19 μ in height and 11-15 μ in width, and pitted only on radial walls; there is usually one, sometimes two, half bordered pit per cross field. Rays run at intervals between usually 1-7, rarely 12 rows of tracheids, an average of 2.4 rows. Traumatic resin canals are present, arranged tangentially, ovoid in cross section, 80-140 μ and 40-90 μ in radial and tangential diameters respectively, epithelial cells of which are hardly discernible on account of ill preservation.

Stockey & Taylor (1978) thought that the corm-like structure of seedling from the Jurassic of Cerro Cuadrado would be a type of swallen hypocotyle of *Araucaria mirabilis* which belongs to Sect. Bunya. I have no willing to dispute Stockey and Taylor's estimation, but the presence of traumatic resin canals in the wood and resin sacs in the periphery of the pith seems to be an extremely special instance in *Araucaria*.

Literature cited

Burlingame, L.L. (1915). Bot. Gaz. **59**: 1-39. Hill, T.G. & D de Fraine, E. (1909). Ann. Bot. **23**: 189-227, 433-458. Nishida, H. Palaeontogr. (B) 169 (in press). Nishida, H. & M. Nishida, (1979). Bot. Mag. Tokyo **92**: 187-195. Stockey, R.A. (1975). Amer. Journ. Bot. **62**: 856-868. —— ibid. (1977). **64**:

733-744. —— (1978). Palaeontogr. (B) **166**: 1-15. Stockey, R. A. & T. N. Taylor. (1978). Bot. Journ. Linn. Soc. **76**: 161-176. Wilde, M. H. & A. J. Eames (1952). Ann. Bot. N. S. **12**: 311-326. 西田 誠 (1979). 植物分類地理 **29**: 131-138.

Explanation of Plates V-VI

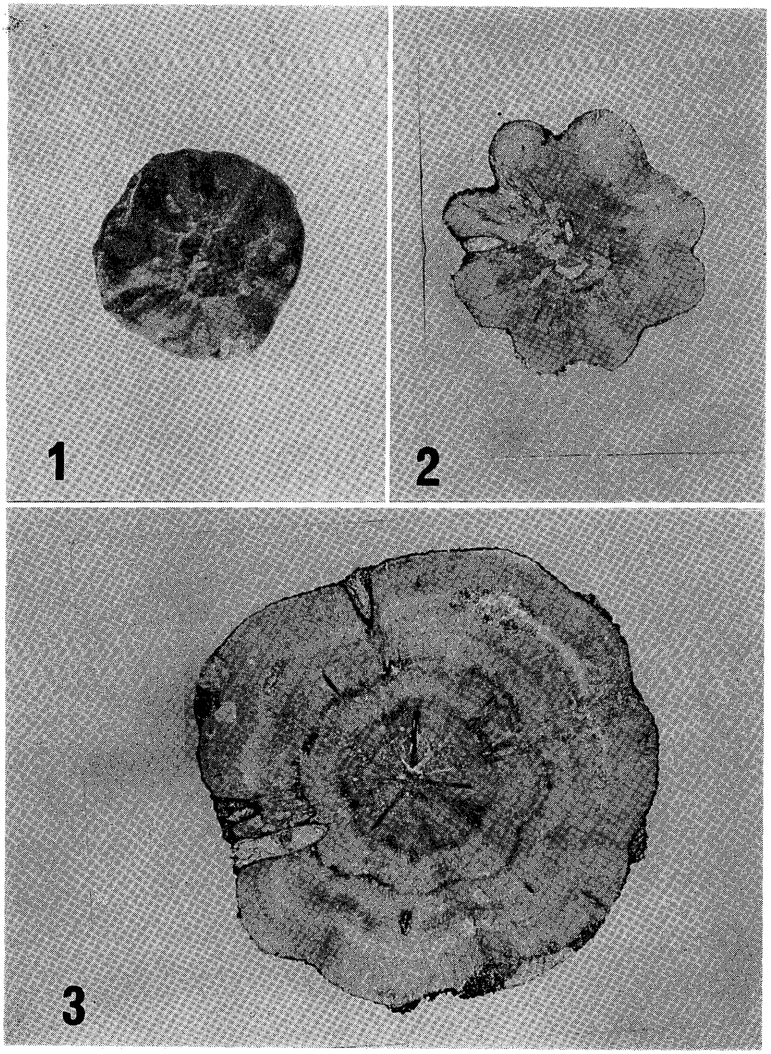
Pl. V. Corm-like structure of seedling of *Araucaria*.

1. Petrified decorticated corm-like hypocotyle of *Araucaria;* a top view. ×1.3
2. Cross section of upper part (Slide No. 2). ×2.0.
3. Cross section of middle part (Slide No. 7). ×3.0.

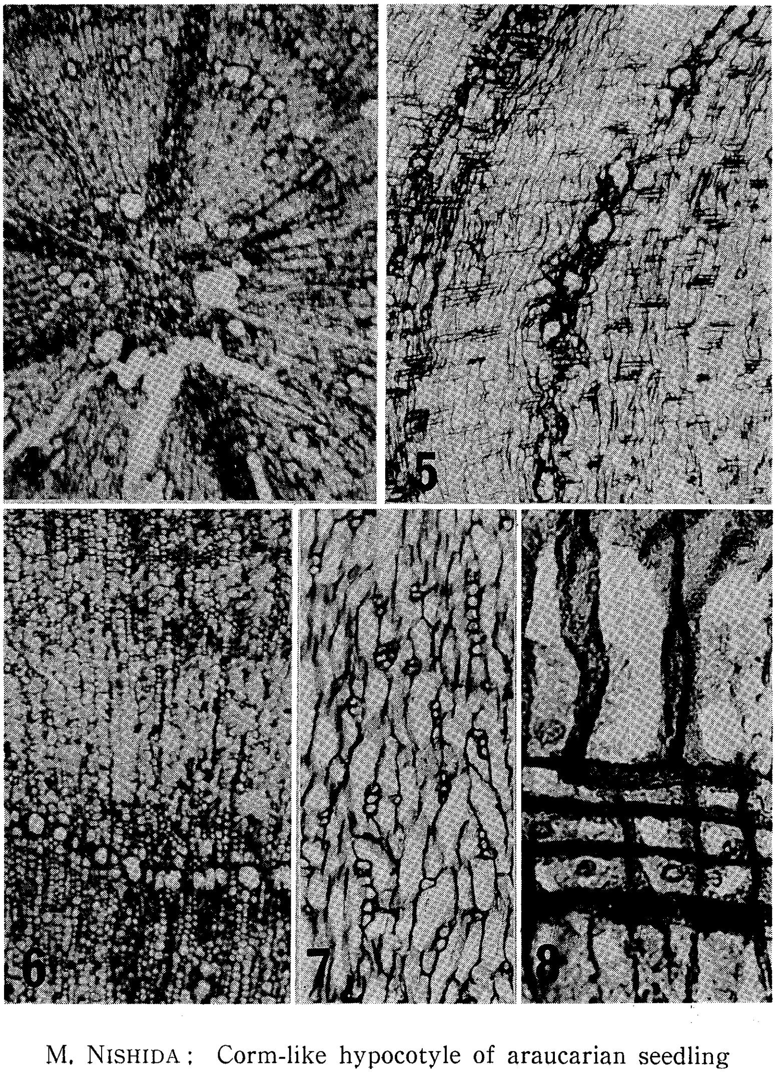
Pl. VI. Petrified decorticated corm-like hypocotyle of *Araucaria*.

4. Cross section of central part; resin sacs are seen in the periphery of pith. Traumatic resin canals in the secondary wood are also seen in upper part. Ca. ×20.
5. Radial section; traumatic resin canals are seen. Ca. ×40.
6. Cross section of the secondary wood. Traumatic resin canals are seen in lower part. Ca. ×40.
7. Tangential section of the secondary wood. Ca. ×100.
8. Radial section of the secondary wood. Single half bordered pit in a cross field and very sparsely bordered pits on radial walls of tracheids. Ca. ×400.

□ S. Tsunoda, K. Hinata & C. Gomez-Campo (ed.): **Brassica crops and wild allies, biology and breeding.** 345 pp., ¥5,500. 1980. Japan Scientific Societies Press, Tokyo. 蔬菜としてアブラナ，白菜類は過去2000年来の人類の食糧であったが，1975以来東北大学とスペインのポリテクニカ大学とで種子交換と相互の研究を始め，1977年には東北大でシンポジウムを開くに至ったことに起因し，アブラナ～ハクサイ属を中心に広く分類と育種とに関して19篇の論文を集めたものであって，分類，野菜化，育種，保存について各方面のデータを満載している。 （前川文夫）



M. NISHIDA: Corm-like hypocotyle of araucarian seedling



M. NISHIDA: Corm-like hypocotyle of araucarian seedling